

**ACUMULACION DE FORRAJE Y NITROGENO EN DISTINTOS CULTIVOS ANUALES DE  
VERANO CON RIEGO**

Tesina

del alumno

Carlos Marcelo Rossetti

Este trabajo ha sido presentado como requisito

para la obtención del título de

**INGENIERO AGRONOMO**

Carrera: Ingeniería Agronómica

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

Junín, 24 de junio de 2011

**ACUMULACION DE FORRAJE Y NITROGENO EN DISTINTOS CULTIVOS ANUALES  
DE VERANO CON RIEGO**

Tesina del alumno

Carlos Marcelo Rossetti

.....

Ing. Agr. Oscar Bertín

Director.

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

## AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer de manera especial y sincera al Profesor Ing. Agr. (M.Sc.) Oscar Bertín, por aceptarme para realizar esta tesina bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas, ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesina, sino también en mi formación como futuro profesional. Todo esto fueron factores claves del buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna participación. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesina.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento al Ing. Agr. (M. Sc.) Omar Scheneiter por su importante aporte y participación activa en el desarrollo de esta tesis. No cabe duda que su participación ha enriquecido el trabajo realizado.

Para todos los miembros de la UNNOBA: profesores, auxiliares y personal administrativo, vayan también mis más sinceros agradecimientos.

Para aquellos amigos que han compartido conmigo los “ires y venires” en el plano personal durante esta etapa de trabajo: Cesar Cavo, Agustín Olivetto, Leandro Guruceaga, Agustina Masi y los compañeros de cursadas, con quienes compartí muchas actividades académicas y otras extra académicas. Y si de amigos hablamos, fuera del ámbito académico, no puedo dejar de agradecer a Julio Herra, quien más que un amigo es un hermano, además de toda su familia quien siempre estuvo a mi lado y me apoyo en momentos difíciles. Y por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia. Sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo este duro trabajo.

A mis padres Delicia y Carlos, por su ejemplo de lucha y honestidad; a mi novia Claudia por su paciencia, comprensión y generosidad, además de agradecerle el haberme ayudado a compaginar esta tesis...por ellos y para ellos

Finalmente, debo agradecer al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), por haberme permitido llevar a cabo este trabajo en sus instalaciones. Tampoco puedo dejar de mencionar a su personal, quienes hicieron valiosos aportes, sin los cuales no podría haber realizado la presente investigación.

## ÍNDICE

INTRODUCCION.....	PAGINA 6
HIPÓTESIS.....	PÁGINA 12
OBJETIVOS.....	PÁGINA 12
MATERIALES Y METODOS.....	PAGINA 12
RESULTADOS.....	PÁGINA 18
DISCUSIÓN.....	PÁGINA 23
CONCLUSIÓN.....	PÁGINA 27
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	PAGINA 28

## INTRODUCCIÓN

La combinación de cultivos forrajeros complementarios de ciclo invernal y estival tiene el potencial de incrementar la producción de forraje por unidad de superficie en comparación con un monocultivo anual o perenne debido a un mayor uso de la radiación solar y a los efectos positivos que ello acarrea sobre el uso del resto de los recursos del ambiente (agua y nutrientes).

La evaluación de una gama de secuencias de cultivos permitirá conocer la intensidad de la demanda de recursos generada por cada combinación. La intensidad y distribución en la demanda de agua cobra especial importancia frente a las fluctuaciones climáticas típicas y a las previsiones de eventos climáticos extremos. La inclusión en la secuencia de cultivos voluminosos como el maíz o el sorgo (especies C4) permitirá los mayores aumentos en la producción de forraje. Ello es esperable debido a la alta eficiencia en el uso del agua y del nitrógeno (N) de estas especies. Probablemente no maximicen la acumulación de N en la planta. Por su parte, la inclusión de la soja en las secuencias evaluadas, especie fijadora de N atmosférico, aportará información para el diseño de rotaciones sustentables de alta eficiencia bio – energética y del balance del N.

Un punto central es el interrogante que genera el uso de la tierra con secuencias de cultivos anuales intensivos y la sustentabilidad en el largo plazo. Si bien el tema queda abierto y sujeto a futuros esfuerzos de investigación en la temática, parece razonable el criterio que se está aplicando actualmente en la investigación de sistemas lecheros australianos intensivos a favor de la inclusión de este tipo de componentes (Future Dairy. Home, <http://www.futuredairy.com.au/>). El mismo se basa en que la concentración del uso de insumos agronómicos costosos en una superficie reducida de suelos de muy buena aptitud, adecuadamente manejada, y rotando con períodos de pasturas para favorecer la sustentabilidad del recurso, permitirá que las tierras menos aptas para los cultivos sean utilizadas de manera más extensiva, por ejemplo con festuca alta o agropiro alargado, en nuestras condiciones.

La información que se genere, la cual es susceptible de ser modelizada, servirá como insumo para diseñar rotaciones con las secuencias más convenientes para su evaluación en investigaciones de largo plazo, a escala de parcela o de sistema de producción, que incluyan indicadores ambientales de sustentabilidad.

A continuación se hace una revisión de los cultivos anuales de verano y de sus características, que podrían ser alternativas de este enfoque de eficiencia de uso de los recursos del suelo y clima y alta acumulación de forraje, con y sin la aplicación de riego complementario

### **El maíz para silaje**

El área de siembra con maíz (Zea mays) para silaje se incrementó en Argentina a partir de la década del 90', con la intensificación de los sistemas ganaderos, primero de leche y posteriormente de carne. El uso de este cultivo con destino a forraje conservado, presenta muchas ventajas, tales como: obtener grandes volúmenes por unidad de superficie, a un costo relativamente bajo por kilogramo de materia seca digestible y alguna amplitud del periodo de cosecha.

El incremento de las demandas nutricionales, principalmente de nitrógeno y fósforo, para una respuesta óptima es un desafío para los productores de maíz, que deben seleccionar y manejar híbridos de elevada producción de forraje con características de calidad apropiada. El forraje de maíz es un alimento adecuado para los animales, debido al elevado contenido de energía que aporta el grano, a través del almidón. El silaje de maíz se usa como fuente de energía y su bajo contenido de N puede ser corregido mediante suplementos como: tortas de algodón, soja o girasol, o en parte con el agregado de urea a través de la ración o durante el proceso de ensilaje.

**Se debe conservar forraje de alta calidad, porque si no se hace no hay posibilidades de mejorar la calidad durante la conservación y esto es aplicable al silaje de maíz (Di Marco y Aello, 2007).**

Un ideotipo de maíz forrajero puede conceptualizarse como aquella planta capaz de generar alta acumulación de forraje en materia seca (MS) de excelente calidad. La alta acumulación de forraje puede alcanzarse a través de plantas de gran envergadura, manteniendo densidades poblacionales similares o menores a las utilizadas en los híbridos graníferos modernos.

La acumulación de forraje del cultivo es función de numerosos factores genéticos y ambientales que interactúan entre ellos. Las prácticas de manejo como fecha y densidad de siembra tienen influencia sobre los efectos de la temperatura y/o el agua disponible en el suelo, sobre el ciclo del híbrido, por lo tanto tendrán una acción directa sobre el índice de área foliar y sobre la acumulación de forraje. En particular el riego suplementario, aunque sin datos regionales sobre el maíz para silaje, debería tener un elevado impacto en la acumulación de forraje.

Existen evidencias de las modificaciones que sufre la estructura de la planta de maíz por efecto de la densidad. El incremento del número de plantas por unidad de superficie trae aparejado una disminución en el peso de la planta completa, diámetro del tallo, prolificidad, tamaño de la espiga, % de plantas erectas a la cosecha y peso de la espiga. Si bien se observa un comportamiento común en las evaluaciones realizadas, existe variabilidad en los genotipos. Es normal encontrar una disminución de la relación espiga/caña+hojas por efecto de la densidad. Puede interpretarse que esta característica es negativa para lograr una buena calidad del forraje producido a altas densidades, pero no se encuentra una gran influencia de la densidad sobre la digestibilidad de la planta de maíz. Generalmente no se producen alteraciones en la composición química de la misma por efectos de la densidad. Los aumentos

de densidad afectan básicamente al % de granos y a partir de ésta modificación morfológica se producirán las variantes en la composición química. (Bertoia y col., 1994)

Existe un momento indicado para la cosecha del maíz para silaje. **El momento o estado de corte es el factor que más influye sobre el volumen cosechado y la calidad de un cultivo de maíz para silaje.**

La siembra en la época adecuada (de septiembre a principios de octubre) de acuerdo al ciclo del maíz, serán cosechados entre mediados y fines de enero. Por lo tanto, habrá que hacer las previsiones para poder picar el cultivo en el momento adecuado.

Adelantar el corte, cuando la humedad de la planta está alrededor del 75% (grano lechoso) afecta el volumen cosechado. Si se lo compara con un corte al estado óptimo (65% de humedad) la pérdida de producción ronda entre los 4.000 y 5.000 kg de MS. hectárea<sup>-1</sup>. También este alto contenido de humedad puede afectar la conservación, fermentaciones indeseables como las butíricas, producir pérdida de nutrientes por la excesiva lixiviación, aumentar los costos de picado y del embolsado, se **transporta** más agua y se usan metros de bolsa para almacenarla.

Cuando se corta al estado óptimo (30 - 35 % de MS. ó 70 - 65 % de humedad) se logra cosechar el mayor volumen de forraje con la **mejor calidad**, por la excelente relación espiga-planta.

Cortes más tardíos, por debajo del 60 % de MS<sub>2</sub>, no producen más volumen y afectan la calidad por el excesivo deterioro de los tallos y las hojas, y esto no mejora aún con buen contenido de granos. En estas condiciones se hace más difícil el picado y la compactación para extraer el aire, lo que complica la conservación. Esto ocurre a pesar de que la mayoría de las máquinas picadoras automotrices poseen el procesador de grano (**Romero, 2009**).

## **La moha para heno**

La moha (Setaria italica) es una gramínea anual de ciclo muy corto, de producción estival, que se utiliza en sistemas de producción de leche y carne. Es la forrajera de verano de más rápido crecimiento y tradicionalmente ha sido utilizada como forraje conservado, en forma de heno.

Su adaptación a un amplio período de siembra y el adecuado rastrojo que deja, la hacen muy apropiada como antecesor de especies anuales como la avena o el raigrás anual y las pasturas perennes cultivadas.

El bajo costo de implantación, las mínimas exigencias de mantenimiento, el buen comportamiento a la sequía, la rusticidad y la precocidad hacen que este cultivo sea indicado para los planes de rotación o de intercultivos cortos, entre octubre y principios del verano. Si hay elevada humedad en la implantación no se esperaría altas respuestas del cultivo de moha al riego suplementario

En Argentina se desarrollaron cultivares de moha, de los cuales, los más difundidos son: Carapé INTA y Yaguané INTA. El cultivar (cv) Carapé INTA es el más adaptado al pastoreo directo debido a su buena capacidad de rebrote, su producción de macollos y su baja relación tallo/hoja. También puede destinarse a la producción de heno debido a su rápido crecimiento y mediana acumulación de forraje. El cv Yaguané INTA se destina principalmente a la confección de heno, por su capacidad de producir forraje y su adecuada calidad. Las plantas son de mayor tamaño, con menor cantidad de macollos y hojas más anchas que Carapé. El momento óptimo de corte de la moha para heno es al inicio de panojamiento. No se aconseja demorar su corte e hilerado para una mayor acumulación de grano, ya que luego se pierde en la operatoria de confección de los rollos, y por el bajo uso que hace de él el animal.

## La soja para silaje

La soja para silaje ha crecido en los últimos años en Argentina. La necesidad de producir alimentos de alta calidad, principalmente con elevado contenido de nitrógeno, con destino a una ganadería de leche cada vez más exigente, ha contrastado con uno de los principales problemas que tienen algunas regiones, donde por limitantes de suelo y/o clima no se puede implantar la alfalfa o se ha perdido por los excesos hídricos. La falta de una especie de ciclo primavero-estival muy eficiente en la captación del agua del suelo, sin esperar elevadas respuestas al riego suplementario y que aporte volumen y **calidad** (contenido de N) para ser utilizada como forraje conservado, ha planteado la necesidad del cultivo de soja (**Romero, 2009**).

Por lo general, en esta época se utilizan cultivos como sorgos, moha y otros, que si bien aportan volumen, tienen un bajo contenido de N, que es lo que generalmente falta durante el invierno. Con la finalidad de encontrar una especie que pueda brindar un alto aporte de N, pero que además, tenga una buena producción de forraje, se efectuaron experiencias utilizando la soja (*Glycine max (L.) Merril*) con fines forrajeros, demostrando que esta leguminosa tiene una buena adaptación a estos fines, con producciones superiores a las 5 t MS.ha<sup>-1</sup> y alta calidad. Los primeros **trabajos** estuvieron orientados al **estudio** de esta especie bajo pastoreo y luego se evaluó su aptitud para ser conservada mediante silaje.

La soja para silaje se caracteriza por poseer niveles elevados de N, dependiendo del estado de madurez en el cual se ensile desde R2 a R6. Por otro lado, es importante conocer que en R2 la planta esta en floración sin vainas (sólo tallo y hoja) mientras que en R6 está con vaina llena y menos hojas. Esto último es lo que hace que el rendimiento por unidad de superficie sea casi el doble en R6 comparado con R2. Además en R6 en el volumen de la planta existe un aporte energético extra, bajo la forma de lípidos del grano.

El silaje de soja pura, como los de cualquier leguminosa, manifiesta problemas en el proceso de conservación, lo que se origina por el alto contenido de N-NH<sub>3</sub>/NT y en el mayor nivel de pH que el deseado (Romero, 2009).

Los momentos óptimos de corte y confección del silaje son el estado reproductivo, R3-R4 y el más avanzado R6 "pastoso", cuando el poroto ya está formado. En el primer caso, se recomienda un oreo previo por el mayor contenido en agua de la planta. En el segundo, se puede hacer el picado directamente (Castigniani y Conti, 2004). Siendo considerado por algunos autores, como el estado fenológico para ensilar (Romero y Mattera, 2007).

### **HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Los cultivos de verano, maíz para silaje, moha para heno y soja para silaje son una alternativa de alta acumulación de forraje estival. La respuesta al riego complementario es diferente en función del cultivo considerado.

### **OBJETIVO**

El presente trabajo tiene dos objetivos.

- 1- Evaluar la acumulación de forraje en materia seca y nitrógeno en maíz, moha y soja con destino a conservación con dos condiciones de riego.
- 2- Comparar los cultivos entre sí (interacción cultivo por tratamiento de riego)

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

La experiencia se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino del INTA (33° 52´ S, 60° 35´ O y 68 m snm). La misma comprendió la evaluación de un ciclo de cultivos de verano (maíz para silaje, moha para heno y soja para silaje), todos con y sin riego destinados a la producción de forraje. El suelo fue un Argiudol típico, con clima templado-húmedo, precipitaciones cercanas a 1.000 mm. Anuales, de los cuales aproximadamente el 50 % llueven en los cinco meses en que se desarrolla el ensayo y temperaturas medias mensuales (octubre-febrero) de 20,7° C.

De acuerdo a la variabilidad espacial del sitio experimental, fundamentalmente pendiente, se definió el tamaño y orientación de las parcelas, proponiéndose un diseño con un arreglo en parcela dividida, con tres repeticiones. La parcela mayor es el tratamiento de riego suplementario (con y sin riego) y como subparcela los tres cultivos estivales (maíz para silaje, moha para heno y soja para silaje). Las dimensiones de las subparcelas fueron de 6 m de ancho y 20 m de largo. Entre parcelas se dejó una distancia tal que impida el efecto del riego sobre las parcelas en secano. Los datos fueron analizados mediante el programa INFOSTAT, con un nivel de probabilidad del 5% en todos los casos.

El muestreo para la caracterización inicial de las propiedades físico-químicas del suelo se realizó al inicio del experimento. Se tomaron dos muestras compuestas de cada parcela el día 28 de octubre de 2009, formadas por 12 submuestras, determinándose: carbono orgánico (combustión húmeda), carbono particulado (fraccionamiento granulométrico), pH, conductividad eléctrica (CE), N total, fósforo (P), azufre (S), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K).

Los análisis se realizaron en el laboratorio de Gestión Ambiental de Suelos y Agua de la EEA Pergamino y los resultados fueron los indicados en el Cuadro 1.

Cuadro 1: análisis de suelo del sitio experimental, en el ensayo de secuencia de cultivos de verano según denominación de la variable, unidad de medida y método usado.

variable	pH	CE	MO	N	Pe	S-SO4	Ca	Mg	K	Na	Cop	Cos
	5,7	0,1	3,28	1,7	20,8	4,2	7,7	1,7	1,3	0,1	0,162	1,9

variable	denominación	unidad	método
pH	pH actual		potenciométrico, Suelo/Agua 1:2,5
CE	conductividad eléctrica del suelo	dS m <sup>-1</sup>	potenciométrico, Suelo/Agua 1:2,5
C	carbono orgánico	%	combustión húmeda
N	nitrógeno orgánico total	%	combustión húmeda
Pe	fósforo extractable	mg.kg <sup>-1</sup>	pH < 7 Bray y Kurtz N°1 pH > 7 Olsen
S-SO4	azufre de sulfatos	mg.kg <sup>-1</sup>	turbidimétrico
Ca, Mg, Na, K	calcio, magnesio, sodio y potasio como bases de cambio	cmol.kg <sup>-1</sup>	saturación de amonio

El suelo en el cual se desarrolló el experimento, era levemente ácido, típico de los suelos agrícolas de la zona norte de la provincia de Bs. As (Ferrari et al., 2010), sin sales, ni Na, con un valor medio de: MO, P y K, alto N y bajo de S-SO4 y Ca (Cuadro 1).

La siembra del maíz se realizó al inicio de mes de octubre, la de moha a mediados de ese mes y de la soja al inicio de noviembre de 2009 Como cultivares se usaron aquellos que mostraban antecedentes favorables, según experimentos previos, con el fin de optimizar la acumulación de forraje

para el destino prefijado: en maíz para silaje: Dow Dúo 548 HX, en moha para rollo: Yaguané INTA y en soja: DM ADM 50048.

Los cultivos fueron fertilizados con dosis variables de fertilizante nitro-fósforado a la implantación, en función de los análisis de suelo y luego se reforzó la fertilidad nitrogenada con aplicaciones pos emergente en maíz y moha. Se protegieron los cultivos con insecticidas y herbicidas según los requerimientos establecidos por los antecedentes disponibles para cada caso. En el maíz, para el control de malezas se aplicó: atrazina (SC, al 50%, 4 l.ha<sup>-1</sup>) + S – metalocloro (EC, 96%, 1,5 l.ha<sup>-1</sup>) + glifosato (SL, 48%, 3 l.ha<sup>-1</sup>) como herbicidas pre-emergentes. En la soja aplicó con glifosato (SL, 48%, 1,4 l.ha<sup>-1</sup>), como herbicida post-emergente. En la moha se aplicó glifosato (SL, 48%, 6 l.ha<sup>-1</sup>) como presiembra.

La semilla usada en el experimento se compró en el comercio del norte de la provincia de Buenos Aires y se realizaron análisis previos a la siembra, para ajustar la densidad de semillas a implantar. Los análisis de calidad se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Semilla de la EEA Pergamino y los resultados son los indicados en el Cuadro 2.

En el Cuadro 2, se puede observar que las semillas de soja y maíz, fueron de alta calidad. Los datos de pureza no fueron mostrados porque eran del 100 %. En el caso de la semilla de moha el poder germinativo fue más bajo, con un elevado porcentaje de semillas muertas, anormales y frescas, aunque también de elevada pureza (99,9%). De cualquier forma, conociendo estos valores, se sembraron, según antecedentes, el número aconsejable de semillas viables.

Cuadro 2: Valores de germinación de la semilla de las especies sembradas en el experimento de secuencia de cultivos estivales. Ciclo 2.009/10.

	<b>poder</b>	<b>semillas anormales</b>	<b>semillas</b>	<b>semillas frescas</b>
--	--------------	---------------------------	-----------------	-------------------------

especie forrajera	germinativo		muertas	
	%	%	%	%
maíz	93	6	1	-
soja	95	5	-	-
moha	73	10	10	7

Se realizó el recuento de plantas de maíz y soja a cosecha y se muestreó cada cultivo para acumulación de forraje de la siguiente manera: en maíz se tomaron cinco metros de dos surcos por parcela cuando en la espiga los granos estaban en 1/3

de la línea de leche (15/02/10). En moha y en soja se tomaron cuatro muestras de 1 m<sup>2</sup> en cada unidad experimental. En moha la fecha de cosecha se definió al inicio del panojamiento (08/01/10) y en soja en R5 o comienzo de llenado de grano (25/02/10).

El forraje se pesó en fresco a campo y una muestra representativa se llevó al laboratorio para determinar materia seca (MS). En el forraje de maíz y de soja se determinó N en planta. Para ello se usaron las muestras que permitieron determinar la MS. En el caso del cultivo de moha, aunque estaba previsto realizar la misma determinación, se optó, debido al alto grado de enmalezamiento del cultivo no llevar a cabo esta determinación. Los datos fueron expresados en kg MS.ha<sup>-1</sup> ó kg N.ha<sup>-1</sup>. Adicionalmente se midió altura de las plantas en el momento de la cosecha.

### Condiciones ambientales

Los datos climáticos del período experimental fueron suministrados por la sección de Agrometeorología de la EEA Pergamino, cuya estación meteorológica está situada a pocos metros del ensayo (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3: temperaturas medias y heladas, comparadas con la media histórica de heladas, durante el experimento de secuencia de cultivos estivales. Ciclo 2.009/10.

<b>meses</b>	<b>agosto</b>	<b>septiembre</b>	<b>octubre</b>	<b>noviembre</b>	<b>diciembre</b>	<b>enero</b>	<b>febrero</b>
<b>variable climática</b>							
<b>temperatura media (°C)</b>	14,3	12,3	17,1	20,4	22	23,9	22,4
<b>número de días con heladas</b>	14	13	5	0	0	0	0
<b>promedio histórico de número de días con heladas</b>	12,3	6,9	1,2	1,1	0,7	0	0

Cuadro 4: precipitaciones durante el periodo del ensayo de secuencias de cultivos estivales, comparándolas con las medias históricas. (en enero, se aplicaron 33 mm de riego)

.. Ciclo 2.009/10.

mes	agosto	Septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero
<b>precipitación del año (mm)</b>	5	101,5	46	195,5	343,5	151,0 (33)	215,3
<b>precipitación media histórica (mm)</b>	39,8	35,8	105	100	106	108	102

A pesar de ser un fin de invierno (junio-agosto) muy seco, de sólo 66 mm en esos tres meses y particularmente el mes de agosto (5 mm), a partir de septiembre las lluvias fueron, excepto en octubre, marcadamente superiores a la media histórica (Cuadro 4). Esto explica los pocos milímetros de riego aplicado, el primero de 11 mm el día 25 de enero y el segundo de 22 mm el 27 del mismo mes.

## **RESULTADOS**

### **1- Efecto del riego**

Cultivo de maíz

- Densidad de plantas

La decisión al momento de la implantación fue sembrar 6 semillas por metro lineal, de esa manera se colocaron algo más de 85.000 semillas.ha<sup>-1</sup>. Se lograron un 82,8 % de plantas, que a su vez por competencia o por quebrado, se perdió otro 14% quedando a cosecha 61.300 plantas.ha<sup>-1</sup> (Cuadro 5).

Cuadro 5: densidad de siembra, plantas logradas en la implantación y a cosecha en el cultivo de maíz del experimento de secuencia de cultivos de verano. Ciclo 2009/10

número de semillas/plantas	densidad de siembra semillas.ha <sup>-1</sup>	plantas al primer recuento plantas.ha <sup>-1</sup>	eficiencia de logro %	plantas a cosecha plantas.ha <sup>-1</sup>	eficiencia de plantas cosechadas/logradas %
	85.700	71.000	82,8	61.300	86

- Altura de la planta

La altura promedio de las plantas obtenidas en el ensayo fue muy elevada ( $2,71 \pm 0,04$  metros), sin diferencias estadísticamente significativas entre riego y no riego (Cuadro 6).

Cuadro 6: altura promedio de plantas, porcentaje de materia seca y acumulación de forraje en el cultivo de maíz en el ensayo de secuencia de cultivos de verano. Ciclo 2009/10. Letras iguales, en la misma columna, indican diferencias no significativas. ( $p \leq 0,05$ )

	altura promedio de las plantas cm	MS %	acumulación de forraje t MS.ha <sup>-1</sup>
con riego	270 a	35,4 a	19,6 a
sin riego	273 a	32,1 a	17,8 a

- Acumulación de forraje

La acumulación de forraje de maíz, no fue estadísticamente diferente con y sin riego ( $p \leq 0,05$ ) con un porcentaje de MS promedio de 33,8 % al momento del corte (Cuadro 6), Esta similitud entre secano y riego se dieron en un año con elevadas precipitaciones en el ciclo del cultivo entre los meses de setiembre y febrero (Cuadro 4).

La acumulación de forraje promedio de los dos tratamientos fue de  $18,7 \pm 0,51$  t MS .ha<sup>-1</sup>.

## Cultivo de Soja

### - Densidad de plantas

La decisión al momento de la implantación fue sembrar 30 semillas por metro lineal, de esa manera se colocaron aproximadamente 42 semillas viables por metro cuadrado y se llegó a cosecha con 27 plantas por metro cuadrado, con una eficiencia de 2/3 (Cuadro 7)

Cuadro 7: número de semillas viables sembradas, plantas a cosecha y eficiencia de logro de plantas de soja en el ensayo de secuencia de cultivos de verano. Ciclo 2009/10

número de semillas viables.m <sup>2</sup>	plantas a cosecha plantas.m <sup>2</sup>	eficiencia de plantas cosechadas/semillas viables sembradas %
42	27	66

### - Altura de las plantas

La altura de las plantas de soja a cosecha no fue diferente con y sin riego (Cuadro 8).

Cuadro 8: altura promedio de plantas, porcentaje de materia seca y acumulación de forraje en el cultivo de soja en el ensayo de secuencia de cultivos de verano. Ciclo 2009/10. Letras iguales, en la misma columna, indican diferencias no significativas, ( $p \leq 0,05$ ).

	altura promedio de las plantas cm	MS %	acumulación de forraje t. MS.ha <sup>-1</sup>
<b>Con riego</b>	105,1 a	22,5	7,4 a

<b>Sin riego</b>	105,3 a	23,8	6,9 a
------------------	---------	------	-------

La acumulación de forraje de la soja fue igual con y sin riego, nuevamente como consecuencia de un ciclo con altas lluvias (Cuadro 8).

### **Cultivo de Moha**

#### **- Acumulación de forraje**

La acumulación de forraje de las parcelas de moha no fue estadísticamente significativa con y sin riego ( $p \leq 0,05$ ). Sin embargo, la moha represento una escasa proporción del forraje, ya que una alta proporción lo formaron las malezas de verano ( $> 80\%$ ) que no pudieron ser controladas en la postemergencia del cultivo (Cuadro 9)

Cuadro 9: acumulación de forraje del cultivo de moha, porcentaje de MS del forraje y presencia de malezas en parcelas con y sin riego, en una secuencia de cultivos estivales. Letras iguales en la misma columna indican diferencias no significativas, ( $p \leq 0,05$ ).

<b>acumulación de forraje tratamiento</b>	<b>% MS</b>	<b>total del tratamiento t. MS.ha<sup>-1</sup></b>	<b>moha t. MS.ha<sup>-1</sup></b>	<b>malezas gramíneas* %</b>
<b>con riego</b>	20,4	6,7 a	1,3	80,3
<b>sin riego</b>	21,1	6,4 a	0,8	87,6

\*Principalmente pasto cuaresma (*Digitaria sanguinalis*), capín (*Echinochloa cruz galli*) sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*)

## 2-Comparación de la acumulación de forraje de los cultivos estivales: maíz, soja y moha

### Acumulación de forraje

En un año con elevadas precipitaciones el cultivo de maíz destinado a la cosecha de planta entera permitió obtener acumulaciones de forraje entre octubre y febrero cercano a tres veces más que la soja y la moha. Entre estas dos especies destinadas a silaje la soja y a heno la moha no hubo diferencias significativas de acumulación de forraje (Cuadro 10), aunque en la moha tuvo un alto porcentaje del forraje de gramíneas espontáneas y no de la forrajera sembrada (Cuadro 9).

Cuadro 10: acumulación de forraje de los cultivos, con y sin riego, en un ensayo de secuencia de cultivos de verano. Letras distintas indican diferencias significativas, ( $p \leq 0,05$ ).

<b>cultivo</b>	<b>riego</b>	<b>acumulación de forraje (kg. MS.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>error estándar de la media</b>
<b>maíz</b>	con	19,6 a	0,7
<b>maíz</b>	sin	17,9 a	0,7
<b>soja</b>	con	7,4 b	0,7
<b>soja</b>	sin	6,9 b	0,7
<b>moha</b>	con	6,7 b	0,7
<b>moha</b>	sin	6,4 b	0,7

## Nitrógeno (N) en planta

Los datos de N en las plantas de maíz y soja se indican en el cuadro 11.

En el cuadro se puede observar que por condiciones propias de las plantas, el cultivo de soja

cultivo	riego	nitrógeno g N. kg <sup>-1</sup> de MS	nitrógeno kg N.ha <sup>-1</sup>	diferencia dentro de cada cultivo con y sin riego  %
maíz	con	7,5 b	146 b	34
maíz	sin	6,1 c	109 c	
soja	con	27,7 a	202 a	3
soja	sin	27,8 a	197 a	

presenta más contenido de nitrógeno de maíz. Tomando como comparación el contenido de nitrógeno entre cultivos, se puede observar que en la situación de riego el contenido de nitrógeno fue superior, que en aquellos que no tuvieron riego, siendo la diferencia de 34% en maíz y un 3% en soja, atribuyéndose esto al mayor volumen de cultivo por el riego.

Cuadro 11: concentración y acumulación de N en planta de maíz y soja, con y sin riego en el ensayo de secuencia de cultivos. Letras distintas indican diferencias significativas, ( $p \leq 0,05$ ).

## DISCUSION

## **Condiciones ambientales durante el ensayo**

Durante el periodo en que se desarrolló el ensayo (octubre-marzo) se pudieron observar situaciones climáticas típicas y no típicas en cuanto a temperaturas y lluvias. Las temperaturas fueron las frecuentes para la región de Pergamino en esa época del año. Las precipitaciones mostraron un periodo previo de déficit hídrico, para posteriormente en el mes de noviembre un periodo de elevadas lluvias, muy superiores a los promedios históricos. Debido a estas condiciones, sólo se realizaron dos riegos, que no tuvieron influencia en la producción de forraje de las tres especies, aunque si en la acumulación de N en la planta de maíz.

## **Densidad de plantas de maíz**

El número de semillas sembradas fue similar al usado en los ensayos llevados a cabo en noreste de la provincia de Buenos Aires para cultivos de maíz para silaje (Bertoia et al., 1994) y podrían haber sido escasas para el rendimiento potencial de forraje del cultivo, para las condiciones de humedad de suelo óptimas que tuvieron lugar en el experimento. En situaciones sin déficit hídrico es de esperar que hubiera habido respuestas a densidades de hasta 100 mil. ha<sup>-1</sup>. (Bertoia et al., 1994). Se ha sugerido, que la densidad óptima de plantas de maíz, es distinta para la producción de grano que de forrajes, requiriéndose mayor número de plantas en este último caso y se cita que para silaje se necesitarían entre 81,5 a 100 mil plantas.ha<sup>-1</sup> para maximizar el rendimiento para forraje (Scheneiter y Carrete, 2004)

## **Altura de las plantas de maíz**

La altura de las plantas de maíz a cosecha fue muy elevada, tanto bajo riego como en secano, para los cultivos normales de maíz de la región, e incluso, si se los compara con datos experimentales, citados por la bibliografía, en cultivos con altos rendimientos (> 20 t ha<sup>-1</sup>). (Romero et al., 2010).

## **Acumulación de forraje de maíz**

La acumulación de forraje de maíz, no fue estadísticamente significativa con y sin riego, dado que fue un ciclo prácticamente sin limitantes hídricas en el testigo. Esta fue superior a lo señalado como valores medios para ensayos hasta la década de 90', para el mismo ambiente edafoclimático ( $14,9 \pm 1$  t MS ha<sup>-1</sup>) (Bertín y Scheneiter, 1998). Trabajos recientes dan valores medios de  $17,2 \pm 2,7$  t MS ha<sup>-1</sup> para pergamino y de  $17,9 \pm 1,3$  t MS ha<sup>-1</sup> para un sitio de similar precipitación, pero de menor latitud como es Rafaela, provincia de Santa Fe (Scheneiter, 2010).

Los valores de porcentaje de MS obtenidos, se encuentran dentro de los valores citados como óptimos (28 a 35 % de MS) para la mejor calidad del forraje (Gallardo y Gagliotti, 2009). El haber elegido la línea de leche como una medida simple y rápida, fue en este caso adecuado para cosechar el cultivo con la humedad considerada adecuada por la bibliografía.

## **Altura del cultivo de soja**

La altura del cultivo de soja no fue estadísticamente diferente entre riego y no riego. Este valor, es muy elevado si se compara con un cultivo, en zonas con suelos similares y con mayor rendimiento de forraje, como los datos mostrados por Romero y Mattera (2007) y Romero, et al. (2010). Estos últimos autores señalan valores de acumulación de forraje de más de 14 t MS.ha<sup>-1</sup> y una altura del cultivo de 98,3 cm

## **Acumulación de forraje de soja.**

La acumulación de forraje en el cultivo de soja no fue estadísticamente significativa entre riego y no riego. Evidentemente la disponibilidad de agua en el suelo en secano, fue suficiente, para un crecimiento adecuado de la especie al menos para destinarlo a silaje. El valor obtenido se encuentra dentro de los rangos determinados en condiciones edafoclimaticas y grupos de madures similares, en

Rafaela (Romero, 2009); (Romero y Mattera 2007). Sin embargo, son mucho menores que las señaladas para el mismo sitio, en una publicación reciente, donde alcanza más de 14 t MS.ha<sup>-1</sup>, en el tratamiento de soja como cultivo puro, sembrada igual que este experimento a 70 cm entre hileras (Romero et al, 2010).

El porcentaje de MS de los cultivos fue muy similar al valor encontrado en la bibliografía. En Rafaela, el valor que da en corte directo es de 24% (Romero. 2009). En otros experimentos se obtuvieron valores algo mayores para el mismo estado y grupo de madures (Romero y Mattera 2007)

### **Acumulación de forraje de moha**

La acumulación de forraje de moha fue independiente de los tratamientos de riego, ya que este efecto no fue significativo). Sin embargo, las parcelas de moha, fueron las únicas que presentaban malezas gramíneas, nacidas posteriormente a la emergencia del cultivo, a diferencia de los tratamientos de maíz y soja, cuyos tratamientos de control de malezas fueron efectivos. Esta situación es frecuente en suelos ganaderos, pero no en suelos agrícolas, donde la presión de los herbicidas, principalmente sobre soja, reduce el banco de semillas de estas especies.

El porcentaje de MS en el momento de panojamiento, fue inferior a los indicados como óptimos por Fernández Mayer et al. (2009). Ellos citan valores óptimos cercanos al 26%. Esta disminución en los valores podría deberse a la presencia de especies espontáneas. La producción de materia seca fue de 6,5 t/ha, al momento de realizarse el corte, aproximadamente 70 días luego de la siembra. Estos valores, se corresponden con los obtenidos en diversos ensayos llevados a cabo en el norte de la provincia de Buenos Aires por Rimieri et al. (2008).

## **Acumulación de forraje en MS y N de los diferentes cultivos estivales: maíz, soja y moha**

Las diferencias de acumulación de forraje que se observan entre cultivos son propias de cada especie, con mayor potencial en maíz que en soja y moha cuando los datos se expresan en MS. Sin embargo, si esos datos se llevan a nivel de acumulación de N en planta, al menos en la comparación de maíz y soja los resultados son inversos, aún teniendo en cuenta que el maíz recibió fertilización nitrogenada y la soja sólo su capacidad de fijar el N atmosférico a través de la fijación biológica.

### **CONCLUSIONES**

-La acumulación de forraje del cultivo, expresado como materia seca, de maíz es superior a la soja y a la moha. Sin embargo el cultivo de soja, por su alto nivel de N de la planta por unidad de MS, acumula más nitrógeno que el maíz.

-En un año particularmente lluvioso los cultivos de maíz, soja y moha no tienen respuesta al riego.

## Bibliografía

**Bertoia, L.M.; Borlandelli, M. S. y Burak, R. 1994. Densidad de siembra en maíz (*Zea mays*). 1. efecto sobre la producción de materia seca. REV. ARG. PROD. ANIM. 14 (Sup.1) 62-63**

Bertin, O. D. y Scheneiter, O. 1998. Producción anual y distribución estacional de forrajes de pasturas y cultivos forrajeros en el norte de la provincia de Buenos aires. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Vol. III (N 7) pp. 45. Anexo afiche.

Castignani, H. y Conti, G. 2004. Sequía, alimentos alternativos: silo de soja. Marca Líquida Agropecuaria, 14(126):10-12

Di Marco, O. N. y Aello, M.S. 2007. Calidad nutritiva de la planta de maíz para silaje. Producir XXI. Luján. Bs. As., Año 15 N° 185. 36-43.

Fernández Mayer, A; Lagrange, S.; Bolletta, A. y Tulesi, M. 2009. Calidad nutricional en diferentes estados de madurez de moha y mijo para heno o silaje de planta entera. Revista Agro mercado, Año 28. pp 4-7

Ferrari, M.; Andriulo, A.; Bertin, D.; Colombini, D.; Villalba, f.; Amendola, C.; Y Garcia, I. 2010. Efecto de cuatros sistemas de producción agrícola, sobre algunas propiedades edáficas en la Jamapa central. En: XXII congreso argentino de la ciencia del suelo. Rosario. Santa Fe. Actas. Bs. As. AACCS.

Future Dairy Home. <http://www.futuredairy.com.au>

**Gallardo, M. y Gaggiotti, M. 2009. Las reservas y los deseables. Manual de actualización técnica. Forrajes conservados Segunda edición. Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros (CACF) pp. 9 -13**

Rimieri, P; Velazco, J. G; Carrete, J. R; Defacio, C; Maza, M. C; Martínez, E; Lanzillota, J.J. 2008. Novedades en moha de Hungría. Cultivares, producción y manejo. Inter siembra moha-soja. Henificación y ensilaje. Manual técnico N° 3. CVT INTA- Cereagro. 13 p.

**Romero, L. A. 2009. Ensilaje de soja. Manual de actualización técnica. Forrajes conservados. Segunda edición. Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros (CACF) pp. 48-49**

Romero, L. A. y Mattera, J. 2007 Evaluación de distintos grupos de madurez de soja para silaje. REV. ARG. PROD. ANIM. 27 (Supl.1) 209-210

Romero, L. A.; Mattera, J. y Gaggiotti, M. 2010. Efecto de la proporción relativa de maíz y soja para silaje. REV. ARG. PROD. ANIM. 30 (Sup.1) 387 -388

Scheneiter, J. O. 2010. Analisis de la producción y calidad del silaje para norte de la provincia de Buenos Aires. Jornadas de Actualización técnica. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. 10p

Scheneiter, J. O. y Carrete, J. R. 2004. Aspectos agronómicos del maíz para silaje. IDIA XXI. Cereales INTA pp 124-140